

AN: PAT 1995-031140

TI: Electrical machine with internally cooled rotor has cooling medium flowing through centre opening of rotor only and fenced off from inner space of machine housing

PN: DE4320559-A1

PD: 22.12.1994

AB: The electrical machine has an internally cooled rotor. A centre opening (7), which admits the cooling medium axially passes through the rotor. The cooling medium is supplied to the centre opening from outside the machine housing. The cooling medium flows completely through the centre opening in the axial direction. The cooling medium which flows through the rotor is completely fenced off from the inner space of the machine housing which contains the stator (39).; Has improved cooling of rotor and higher type of protection than draft ventilated machines.

PA: (SIEI ) SIEMENS AG;

IN: DEMMER A; LIPOT H;

FA: DE4320559-A1 22.12.1994;

CO: DE;

IC: H02K-001/32; H02K-005/20; H02K-009/00;

MC: X11-J01B; X11-J06A;

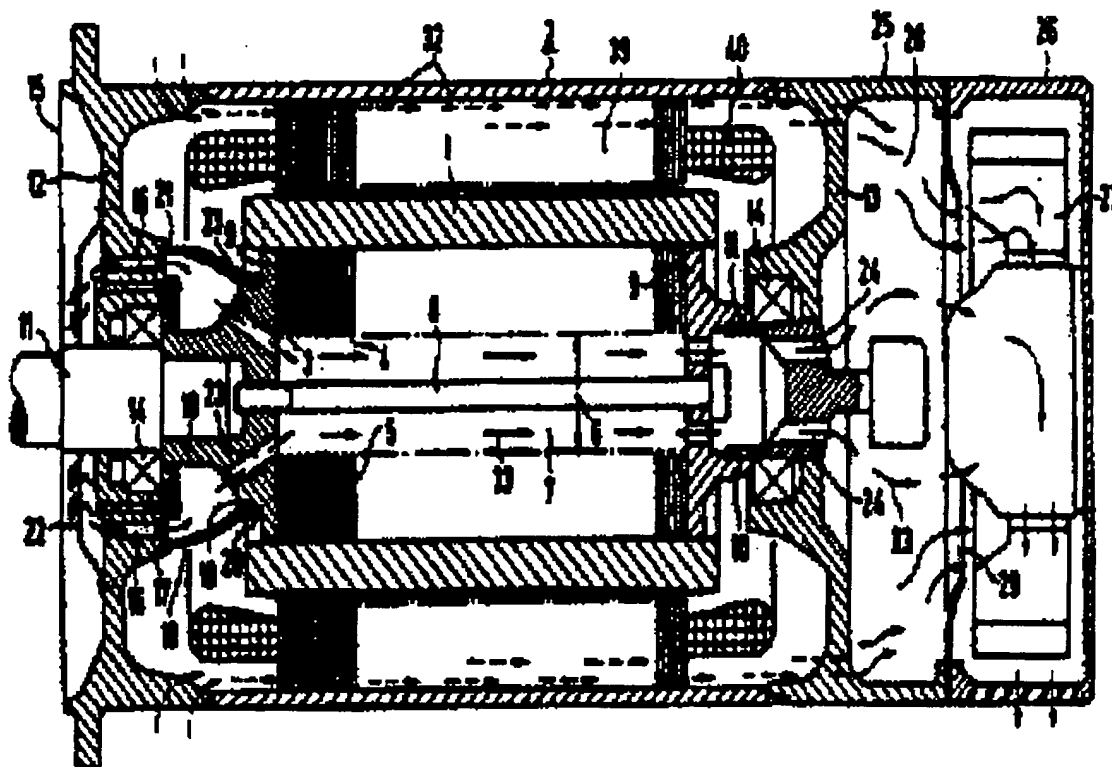
DC: X11;

FN: 1995031140.gif

PR: DE4320559 21.06.1993;

FP: 22.12.1994

UP: 30.01.1995





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 20 559 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
H 02 K 9/00  
H 02 K 5/20  
H 02 K 1/32

②1 Aktenzeichen: P 43 20 559.3  
②2 Anmeldetag: 21. 6. 93  
④3 Offenlegungstag: 22. 12. 94

DE 43 20 559 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Lipot, Hans-Werner, Dipl.-Ing., 97616 Bad Neustadt,  
DE; Demmer, Achim, Dipl.-Ing., 97688 Bad Kissingen,  
DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

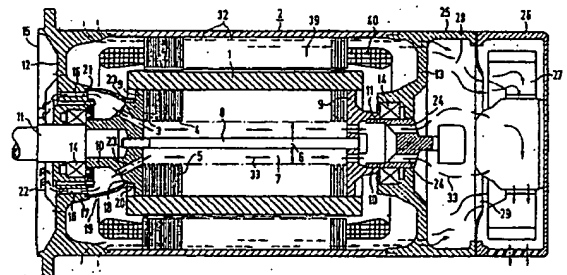
DE-PS 8 73 272  
DE-AS 11 62 465  
DE-AS 10 84 363  
DE-AS 10 75 434  
DE-AS 10 11 504  
US 46 47 804  
US 35 25 001  
SU 14 58 934  
SU 14 10 195  
SU 8 38 921

SU 4 84 602  
SU 4 10 517

BRESLER, Isidor: Ein Blick in das russische  
Schrifttum über elektrische Maschinen. In: EMA,  
H.5/83, S.122;  
N.N.: Pump-in-a-motor shrinks costs.In:  
ElectricalReview 1986, No.1, S.16;

⑤4 Elektrische Maschine mit einem innengekühlten Läufer

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Maschine  
mit einem innengekühlten Läufer, der eine axial durchgehen-  
de Mittenöffnung (7) aufweist, die mit einem Kühlmedium  
beaufschlagt ist. Eine Verbesserung der Kühlung des Läufers  
und eine Erhöhung der Schutzart der Maschine wird dadurch  
erreicht, daß das Kühlmedium von außerhalb des Maschi-  
nengehäuses der Mittenöffnung (7) zugeführt ist und diese  
vollständig in axialer Richtung durchströmt, wobei das den  
Läufer (1) durchströmende Kühlmedium vollständig gegen-  
über dem den Ständer enthaltenden Innenraum des Maschi-  
nengehäuses abgegrenzt ist.



DE 43 20 559 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einem innengekühlten Läufer gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche Maschine ist durch die DE-B-11 62 465 bekannt. Bei dieser Maschine sind die einzelnen jeweils mit einer Mittenbohrung versehenen Läuferbleche zu einem Läuferblechpaket geschichtet und zwischen zwei stirnseitigen Flanschen gehalten. Die Flansche sind mittels eines sich durch die von den Mittenbohrungen der einzelnen Bleche gebildete Mittenöffnung des Läuferblechpaketes erstreckenden Zugankers gegen das Blechpaket verspannt. In den Flanschen befinden sich zu der Mittenöffnung führende Durchtrittsöffnungen, durch die Kühlluft aus dem Inneren des Maschinengehäuses in die Mittenöffnung strömen kann. Über sich radial im Blechpaket erstreckende Kanäle wird die Kühlluft aus der Mittenöffnung nach radial außen in den Luftspalt und damit wieder in den Innenraum der Maschine gefördert. Bei einer solchen Maschine wird somit die im Läufer anfallende Verlustwärme nicht auf direktem Wege nach außen abgeführt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Maschine der gattungsgemäßen Art die Kühlung des Läufers zu verbessern und gleichzeitig eine höhere Schutzart als bei durchzugbelüfteten Maschinen zu ermöglichen.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Durch die Zuführung des Kühlmediums von außerhalb des Maschinengehäuses ist dieses Medium noch nicht vorbelastet und besitzt somit ein höheres Kühlvermögen. Durch die Abgrenzung dieses den Läufer durchsetzenden Kühlmediums von dem Inneren des Maschinengehäuses wird eine höhere Schutzart, z. B. höher als IP 23 der Maschine gewährleistet.

Die vollständige Abgrenzung des den Läufer durchströmenden Kühlmediums gegenüber dem Inneren des Maschinengehäuses gelingt nach einer Ausgestaltung der Erfindung dadurch, daß die Zu- und Abführung des Kühlmediums über in der Läuferwelle vorgesehene und an den Stirnseiten der Läuferwelle mündende Öffnungen erfolgt. Bei einer derartig gestalteten Maschine kann zur Kühlung des Läufers ohne weiteres auch ein flüssiges Kühlmedium verwendet werden.

Bei einer Kühlung mittels eines gasförmigen Kühlmediums ist es vorteilhaft, wenn mindestens auf einer Maschinenseite zwischen dem Läufer und dem auf dieser Maschinenseite befindlichen, mit Durchbrüchen für das gasförmige Kühlmedium versehenen Lagerschild ein rohrförmiges Verbindungsteil vorgesehen ist, welches entweder feststehend am Lagerschild oder mitrotierend am Läufer angeordnet ist, welches Verbindungsteil als Strömungsverbindung zwischen den Durchbrüchen des Lagerschildes und der Mittenöffnung des Läufers dient. Eine solche konstruktive Gestaltung der Maschine ermöglicht die unmittelbare Zuführung des Kühlmediums aus der Umgebung der Maschine zum Läufer insbesondere dann, wenn das Wellenende auf der entsprechenden Maschinenseite wegen eines an der elektrischen Maschine oder dem Wellenende selbst angebauten Maschinenteiles für die Zuführung des Kühlmediums nicht frei zugänglich ist.

Dadurch, daß die Durchbrüche radial außerhalb des im Lagerschild angeordneten Lagers konzentrisch zu diesem angeordnet sind, kann die Verbindung der Durchbrüche mit der Mittenöffnung des Läufers mittels

eines rotationssymmetrischen Rohrteiles erfolgen. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn das Verbindungsteil mit dem Läufer verbunden ist und somit mit diesem rotiert. Zwischen dem rotierenden Verbindungsteil und dem Lagerschild ist dann eine Spaltdichtung vorgesehen.

Eine ausreichende Förderung des gasförmigen Kühlmediums durch den Läufer hindurch wird dadurch erreicht, daß mindestens auf einer Maschinenseite an der Stirnseite des betreffenden Wellenendes der Läuferwelle mit der Mittenöffnung verbundene Durchtrittsöffnungen vorgesehen sind, die in Strömungsverbindung mit einem Lüfter stehen. Ist der Lüfter an der Maschine angebaut, dann kann die Strömungsverbindung zwischen den Durchtrittsöffnungen und dem Lüfter zweckmäßigerweise über einen zwischen dem Lagerschild und dem Lüfter vorgesehenen Zwischenraum hergestellt werden.

Sind am Außenumfang des Maschinengehäuses vom Innenraum der Maschine getrennte Durchzugskanäle ausgebildet, die auf ihrer einen Seite in den Zwischenraum münden, dann wird durch den Lüfter auch noch ein Kühlluftstrom für das Maschinengehäuse erzeugt. Da die Durchzugskanäle vollkommen vom Innenraum der Maschine getrennt sind, können sie auf der anderen Stirnseite der Maschine offen münden, so daß die Kühlluft aus der Umgebung des Maschinengehäuses angesaugt wird.

Eine verbesserte Kühlung wird bei einer Ausgestaltung der elektrischen Maschine gemäß den Merkmalen der Ansprüche 8 und 9 erreicht. Durch die abwechselnde Anordnung von einzelnen Läuferblechen bzw. von aus mehreren Läuferblechen gebildeten Blechstapeln mit unterschiedlich großen Mittenbohrungen, wie im Anspruch 8 beschrieben, stehen die Läuferbleche bzw. Blechstapel mit der kleineren Mittenbohrung gegenüber den Läuferblechen bzw. Blechstapeln mit der größeren Mittenbohrung nach innen über. Hierdurch ergibt sich eine sehr große Kühlfläche, über die eine große Wärmemenge an das die Mittenbohrung durchströmende Kühlmedium abgegeben werden kann.

Bei der Ausführungsvariante nach Anspruch 9 wird durch die sich vom Rand der Mittenbohrung nach radial außen erstreckenden Schlitzte eine Vergrößerung der von dem durch die Mittenbohrung durchströmenden Kühlmedium erfaßbaren Kühlfläche erreicht.

Eine weitere Vergrößerung der Kühlfläche wird durch die im Anspruch 10 beschriebene Kombination der verschiedenartig ausgebildeten Bleche erzielt.

Bei einer nach den Merkmalen des Anspruchs 11 ausgebildeten Maschine ergibt sich infolge der Verdrehung der mit einem Schlitz versehenen Bleche eine stärkere Verwirbelung des durchströmenden Kühlmediums und damit ein intensiverer Wärmeübergang von den Blechen zu dem Kühlmedium.

Um für den magnetischen Fluß einen möglichst gleichmäßigen Querschnitt zu erhalten, ist es zweckmäßig, daß die radiale Tiefe der Schlitzte der Durchmesserdifferenz der unterschiedlich großen Mittenbohrungen entspricht. Damit ist auch bei den mit den Schlitz versehenen Blechen der für den magnetischen Fluß verbleibende Teil der Bleche genauso groß wie bei den Blechen mit der größeren Mittenbohrung.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung nachfolgend näher beschrieben.

Es zeigt

Fig. 1 eine elektrische Maschine im Längsschnitt,

Fig. 2 eine Stirnansicht der Antriebsseite der Maschine,

Fig. 3 eine abgewandelte Ausführungsform des Läufers der Maschine nach Fig. 1,

Fig. 4 einen Läufer im Querschnitt.

Mit 1 ist ein innenbelüfteter Läufer einer elektrischen Maschine 2 bezeichnet. Der Läufer 1 weist ein aus einzelnen Blechen 3 und 4 geschichtetes Blechpaket 5 auf. Jedes der Bleche 3 und 4 ist mit einer Mittenbohrung 6 versehen. Die Mittenbohrungen der einzelnen Bleche 3 und 4 bilden im geschichteten Zustand dieser Bleche 3 und 4 eine axial durchgehende Mittenöffnung 7. Das Blechpaket 5 ist zwischen stirnseitig angeordneten und durch einen sich durch die Mittenöffnung 7 hindurcherstreckenden Zuganker 8 miteinander verbundenen Flanschen 9 eingespannt. In hohlen Nabensansätzen 10 der Flansche 9 sind Wellenstummel 11 durch Preßsitz eingefügt. Mit diesen Wellenstummeln 11 ist der Läufer mittels in den Lagerschilden 12 und 13 der Maschine vorgesehenen Lagern 14 drehbar gelagert.

In dem auf der Antriebsseite 15 der Maschine angeordneten Lagerschild 12 sind radial außerhalb des Lagers 14 konzentrisch zu diesem Durchbrüche 16 angeordnet. Auf der Innenseite dieses antriebsseitigen Lagerschildes 12 ist ein die inneren Mündungsöffnungen der Durchbrüche 16 umschließender Ringbund 17 angeformt. Auf der Außenseite des Lagerschildes 12 sind die Durchbrüche 16 mittels eines Kiemenbleches 22, das Schutz gegen Spritzwasser gewährt, überdeckt.

An dem der Antriebsseite 15 benachbarten Flansch 9 des Läufers 1 ist auf einem Axialansatz 18 ein rohrförmiges Verbindungsteil 19 mit einem Anschlußbund 20 fest aufgesetzt. An seinem gegenüberliegenden freien Ende 21 ist das Verbindungsteil 19 in seinem Durchmesser dem Durchmesser des Ringbundes 17 angepaßt und untergreift den Ringbund 17. Durch die Überlappung zwischen dem freien Ende 21 des Verbindungsteiles 19 und dem Ringbund 17 wird ein Dichtspalt gebildet. An dem Ringbund 17 kann auch eine sich axial erstreckende umlaufende Nut vorgesehen werden, in die das Verbindungsteil 19 mit seinem freien Ende 21 eingreift.

Der von dem Verbindungsteil 19 umschlossene Raum steht über entsprechende in dem antriebsseitigen Flansch vorgesehene Strömungsöffnungen 23 mit der Mittenöffnung 7 in Verbindung. Auf der gegenüberliegenden Maschinenseite sind in dem Wellenstummel 11 axial verlaufende Austrittsbohrungen 24 als Durchtrittsöffnungen angebracht, die auf der Stirnseite dieses Wellenstummels 11 in einen durch einen axialen Überstand 25 des Lagerschildes 13 und ein an diesen Überstand 25 angebautes Gehäuse 26 eines Lüfters 27 gebildeten Zwischenraum 28 münden. Der Lüfter 27, der beispielsweise ein Radiallüfter ist, steht mit seiner Ansaugöffnung 29 mit dem Zwischenraum 28 in Saugverbindung.

Wie aus der Fig. 2 zu ersehen ist, sind entsprechend der eckigen Querschnittskontur des Maschinengehäuses in den Ecksektoren 30 sich über die volle axiale Länge des Maschinengehäuses erstreckende Durchzugskanäle 31 ausgebildet. Diese Durchzugskanäle 31 haben keine Verbindung zum Innenraum des Maschinengehäuses. Auf der Antriebsseite 15 der Maschine münden die Durchzugskanäle 31 offen an der betreffenden Stirnseite des Maschinengehäuses. Auf der gegenüberliegenden Maschinenseite sind in den Ecksektoren des dortigen Lagerschildes 13 sich mit den Durchzugskanälen 31 deckende, in der Zeichnung nicht sichtbare Durchzugsöffnungen ausgebildet, die in den Zwischenraum 28 münden. Damit wird durch den Lüfter 27 Kühl-

luft nicht nur durch den Läufer 1 hindurchgefördert, sondern auch durch die Durchzugskanäle 31 des Maschinengehäuses. Der über das Maschinengehäuse verlaufende Kühlluftstrom ist durch gestrichelte Pfeile 32 angedeutet. Der den Läufer 1 durchsetzende Kühlluftstrom ist durch voll ausgezogene Pfeile 33 dargestellt.

Wie insbesondere der Fig. 3 zu entnehmen ist, weisen die einen Bleche 3 eine im Durchmesser kleinere Mittenbohrung 6 auf als die anderen Bleche 4. Es besteht die Möglichkeit, die einen Bleche 3 mit der kleineren Mittenbohrung 6 abwechselnd mit den anderen, die größere Mittenbohrung 6 aufweisenden Blechen aufeinanderfolgend im Blechpaket 5 anzuordnen. Es können aber auch kleine Blechstapel, die aus zwei oder mehr gleichartigen Blechen 3 oder 4 bestehen, gebildet und dann diese Blechstapel abwechselnd aufeinanderfolgend im Blechpaket 5 angeordnet werden. Infolge ihrer kleineren Mittenbohrung 6 ragen die einen Bleche 3 gegenüber den anderen Blechen 4 weiter in die durch die Mittenbohrungen 6 gebildete Mittenöffnung 7 des Läufers 1. Somit wirkt der gegenüber den anderen Blechen 4 überstehende Teil der einen Bleche 3 wie Kühlrippen. Durch die Vielzahl der Bleche 3 und 4 ergibt sich eine sehr große Kühlfläche, über die eine große Wärmemenge von dem Läufer 1 an das Kühlmedium abgegeben werden kann.

Darüber hinaus können die einen Bleche 3 noch mit vom Rand ihrer Mittenbohrung 6 ausgehenden, sich nach radial außen erstreckenden Schlitzen 34 versehen sein, wie dies aus der Fig. 4 zu ersehen ist. Werden die Bleche 3 und 4 entsprechend einer für den Läufer 1 vorgesehenen Nutschrägung aufeinanderfolgend um den entsprechenden Umfangswinkel gegeneinander in Umfangsrichtung verdreht, dann bilden die Schlitze 34 der Nutschrägung entsprechend schräg verlaufende Strömungskanäle 35. Hierdurch wird eine Verwirbelung des durchströmenden Kühlmediums bewirkt, so daß das Kühlmedium gut in die durch den gegenseitigen radialen Überstand der Bleche 2 und 3 gebildeten Zwischenräume eindringt und somit eine große Kühlwirkung erzielt wird.

Durch auf den Zuganker 8 angeordnete Lüfterflügel 36 kann eine weitere Verwirbelung und auch Förderung des Kühlmediums erreicht und somit die Kühlung des Läufers 1 noch weiter verbessert werden.

Ist das antriebsseitige Wellenende 37 frei zugänglich, so können in dem entsprechenden Wellenstummel 11 eine zentrisch verlaufende Eintrittsbohrung 38 und in dem betreffenden Flansch 9 den Zuganker 8 konzentrisch umgebende Strömungsöffnungen 23 vorgesehen werden. In diesem Falle ist der Kühlkreis des Läufers 1 vollkommen gegenüber dem den Ständer 39 mit der Ständerwicklung 40 enthaltenden Innenraum der Maschine abgedichtet, so daß von Natur aus kein Übertritt von Kühlmedium aus dem Läuferkühlkreis in das Maschineninnere erfolgen kann. Daher kann bei einer derartigen konstruktiven Gestaltung des Läufers 1 ohne weiteres zur Läuferkühlung auch ein flüssiges Kühlmedium verwendet werden.

Wird im Läuferkühlkreis ein gasförmiges Kühlmedium verwendet, dann ergibt sich im Läuferkühlkreis, durch die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums bedingt, ein relativ niedriger statischer Druck, der in jedem Fall unter dem im Inneren des Maschinengehäuses herrschenden statischen Druck liegt. Somit besteht ein vom Innenraum der Maschine zum Läuferkühlkreis gerichtetes Druckgefälle. Durch dieses Druckgefälle wird ein Übertritt des Kühlmediums vom Läuferkühl-

kreis in das Maschineninnere verhindert. Somit wird trotz des freien Zuströmens des Kühlmediums zu dem Läuferkühlkreis eine höhere Schutzart als IP 23 wie sie einer durchzugsbelüfteten Maschine entspricht, gewährleistet.

#### Patentansprüche

1. Elektrische Maschine mit einem innengekühlten Läufer, der eine axial durchgehende Mittenöffnung (7) aufweist, die mit einem Kühlmedium beaufschlagt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmedium von außerhalb des Maschinengehäuses der Mittenöffnung (7) zugeführt ist und diese vollständig in axialer Richtung durchströmt, wobei das den Läufer (1) durchströmende Kühlmedium vollständig gegenüber dem den Ständer (39) der Maschine enthaltenden Innenraum des Maschinengehäuses abgegrenzt ist.
2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zu- und Abführung des Kühlmediums über in der Läuferwelle (11) vorgesehene und an den Stirnseiten der Läuferwelle (11) mündende Öffnungen (23, 38 und 24) erfolgt.
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, die mittels eines gasförmigen Kühlmediums gekühlt ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens auf einer Maschinenseite zwischen dem Läufer (1) und dem auf dieser Maschinenseite (15) befindlichen, mit Durchbrüchen (16) für das gasförmige Kühlmedium versehenen Lagerschild (12) ein rohrförmiges Verbindungsteil (19) vorgesehen ist, welches entweder feststehend am Lagerschild (12) oder mitrotierend am Läufer (1) angeordnet ist, welches Verbindungsteil (19) als Strömungsverbindung zwischen den Durchbrüchen (16) des Lagerschildes (12) und der Mittenöffnung (7) des Läufers (1) dient.
4. Elektrische Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche (16) radial außerhalb des im Lagerschild (12) angeordneten Lagers (14) konzentrisch zu diesem angeordnet sind.
5. Elektrische Maschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens auf einer Maschinenseite an der Stirnseite des betreffenden Wellenendes der Läuferwelle (11) mit der Mittenöffnung (7) verbundene Durchtrittsöffnungen (Austrittsbohrungen (24) vorgesehen sind, die in Strömungsverbindung mit einem Lüfter (27) stehen.
6. Elektrische Maschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Lüfter (27) mit seinem Gehäuse (26) an der Maschine angebaut ist und über einen zwischen dem Gehäuse (26) des Lüfters (27) und dem Lagerschild (13) vorgesehenen Zwischenraum (28) mit den Durchtrittsöffnungen (24) in Strömungsverbindung steht.
7. Elektrische Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß am Außenumfang des Maschinengehäuses vom Innenraum der Maschine getrennte Durchzugskanäle (31) ausgebildet sind, die auf ihrer einen Seite in den Zwischenraum (28) münden.
8. Elektrische Maschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (1) ein lamelliertes Blechpaket (5) aufweist, wobei im Blechpaket (5) aufeinanderfolgende Bleche (3 und 4) oder aus mehreren Blechen (3 bzw. 4) gebildete aufeinanderfolgende

Blechpaket mit sich im Durchmesser unterscheidenden Mittenbohrungen (6) ausgeführt sind.

9. Elektrische Maschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (1) ein lamelliertes Blechpaket (5) aufweist, dessen einzelne Bleche (3 bzw. 4) jeweils mit einer Mittenbohrung (6) und sich vom Rand der Mittenbohrung (6) nach radial außen erstreckenden Schlitzen (34) versehen sind.

10. Elektrische Maschine nach Anspruch 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bleche (3) mit der kleineren Mittenbohrung (6) mit den sich nach radial außen erstreckenden Schlitzen (34) versehen und in abwechselnder Folge mit den die größere Mittenbohrung (6) aufweisenden Blechen (4) im Blechpaket (5) angeordnet sind.

11. Elektrische Maschine nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzlich mit Schlitzen (34) versehenen Bleche (3) axial aufeinanderfolgend in Umfangsrichtung jeweils um einen bestimmten Umfangswinkel gleichsinnig gegeneinander verdreht sind.

12. Elektrische Maschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bleche (3) entsprechend einer am Läufer (1) vorgesehenen Nutschragung in Umfangsrichtung gegeneinander verdreht sind.

13. Elektrische Maschine nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Tiefe der Schlitze (34) der Durchmesserdiffferenz der unterschiedlichen Mittenbohrungen (6) der Bleche (3 und 4) entspricht.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

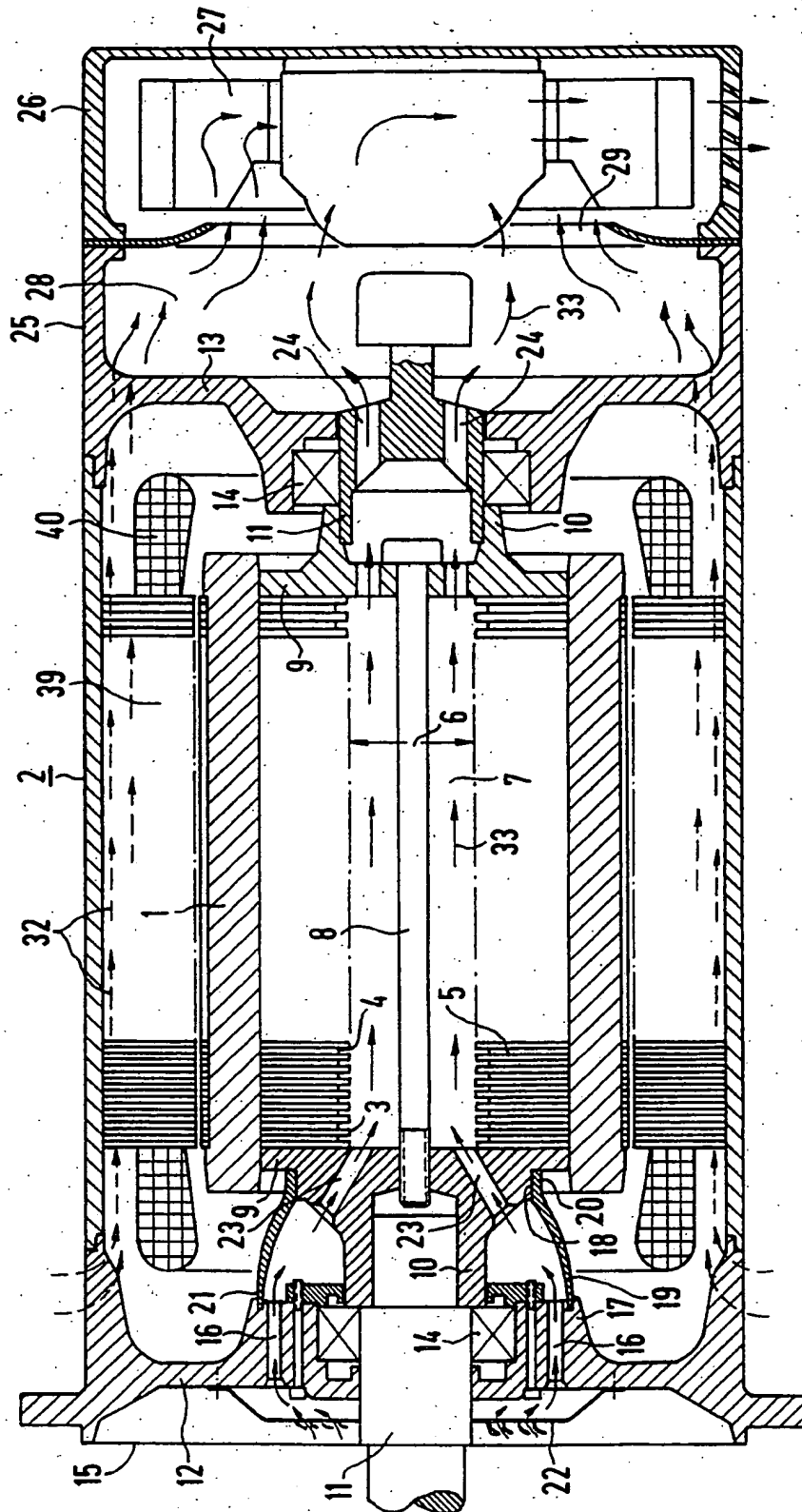


FIG 1

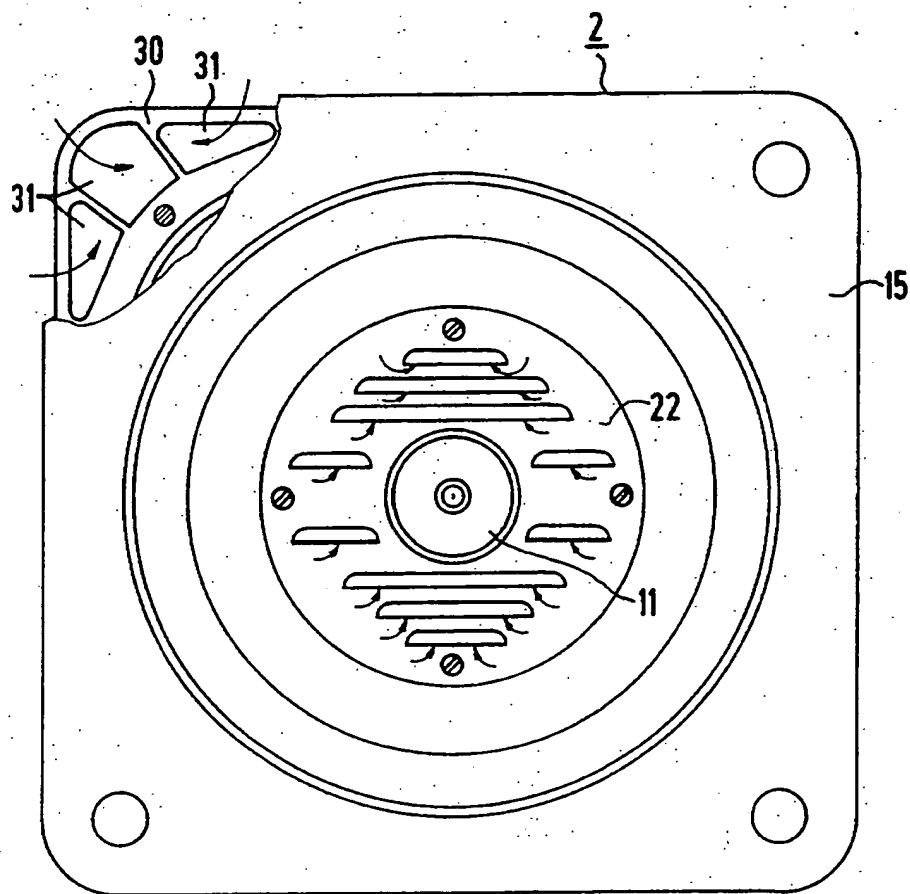


FIG 2

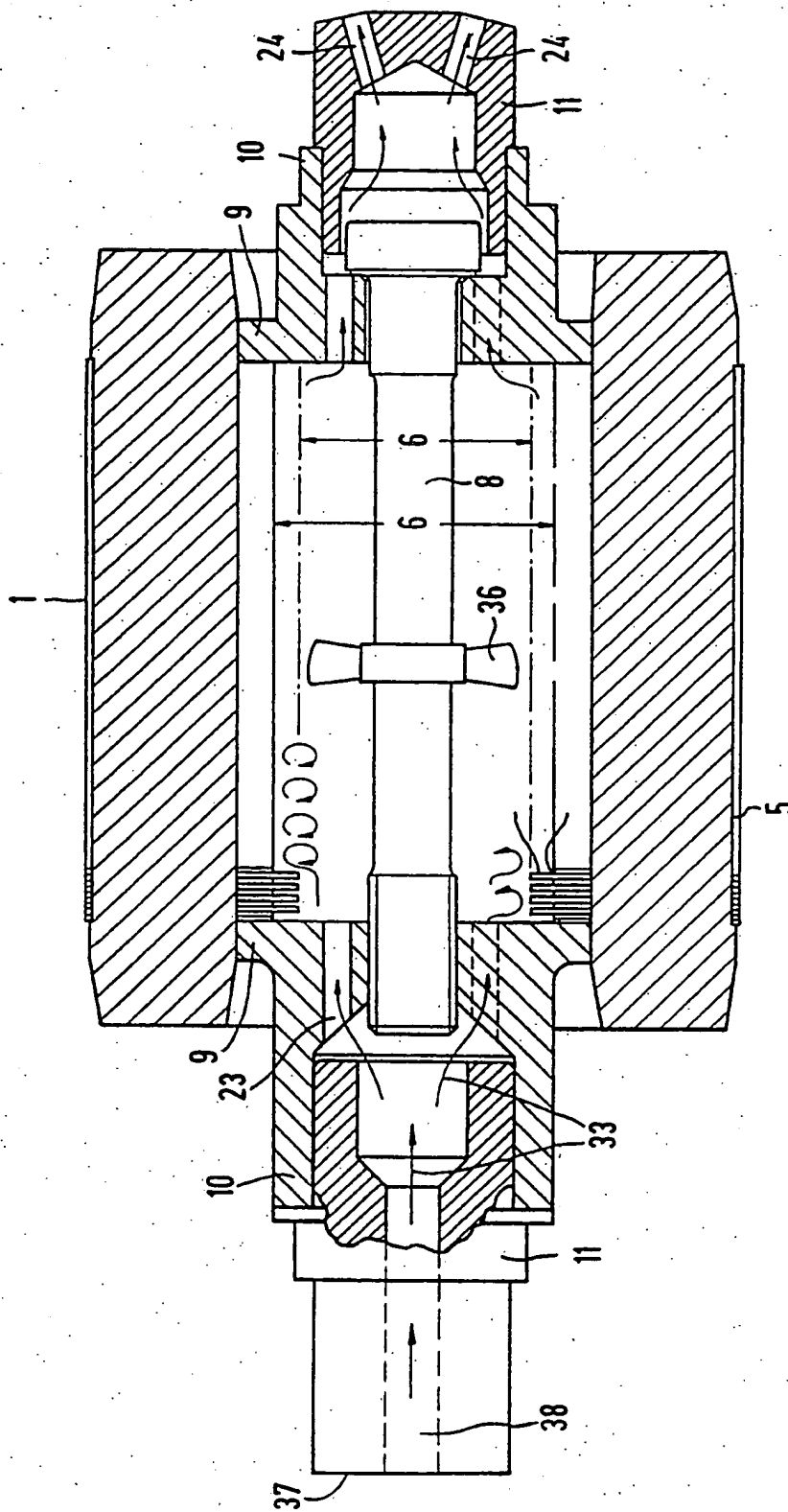


FIG 3



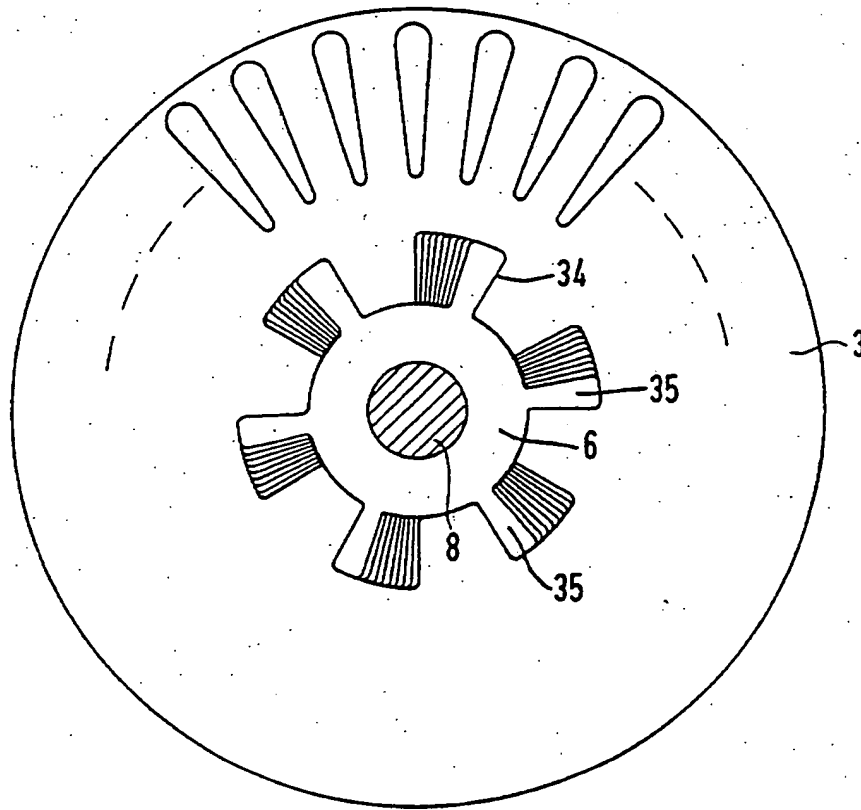


FIG 4